

О. П. КИЗИМЧУК, М. С. ЯРЕМЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВОВ'ЯЗАНОГО ТРИКОТАЖУ**З ВИСОКОРОЗТЯЖНИМ ПОВЗДОВЖНИМ УТОКОМ**

В статті представлено результати дослідження деформації основов'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення, який утворено чергуванням рядів трико та ланцюжка в рапорті і в якому утокова нитка розташовується в структурі трикотажу без обвивання протяжок петель ґрунтового переплетення. Встановлено залежності досліджуваних параметрів від рапорту філейного переплетення та варіанту розташування утокової нитки.

Ключові слова: основов'язаний трикотаж, еластомерна нитка, повна деформація, швидкозворотна деформація, залишкова деформація, утокова нитка, варіант введення утоку.

Високорозтяжні еластомерні нитки являють собою порівняно новий вид текстильної сировини, без якого важко уявити сучасний одяг. Еластомерна нитка – це штучна чи синтетична нитка, яка має розривне видовження більше за 95% й здатна після релаксації зсідатися до довжини, близькій початковій. Їх застосування призвело до створення нових типів текстильних полотен й було головною рушійною силою при досягненні функціональних властивостей і стильових рішень.

Еластомерні нитки в трикотажній промисловості перероблюються у вигляді монониток і у вигляді армованих неоднорідних ниток, які отримують шляхом обкручування по всій довжині еластомерного сердечника нитками чи волокнами різного походження. Структура еластичного трикотажу із запрацьованими в ньому еластомерними нитками повинна забезпечувати максимальне використання їх специфічних властивостей. Вміст поліуретанових ниток в еластичних полотнах може коливатися від 5 до 40% поверхневої густини полотна. При виготовленні еластичних полотен і виробів застосовуються як кулірні, так і основов'язані переплетення.

Як відомо, через певні складності подавання еластомерної нитки в зону в'язання на основов'язальних машинах, вона звичайно вводиться в структуру трикотажу у вигляді утоку. З веденням утокової нитки в структуру суттєво змінюються параметри та властивості трикотажу базового переплетення. Утокова нитка змінює розпускальність та нахил петель ґрунту до лінії петельного ряду. Утокові нитки, які розташовані між остовами і протяжками петель при релаксаційних процесах, зменшують показники усадки. Залежно від того, як прокладена утокова нитка (вздовж чи впоперек), змінюється розтяжність і міцність трикотажу вздовж петельних стовпчиків та/або рядів [1]. Основна сфера застосування основов'язаних полотен, в яких еластомерні нитки розташовані у вигляді поздовжнього утоку – виробу медичного та реабілітаційного призначення [2]. У виробках цієї групи використовуються, головним чином, трикотажні полотна, які вироблені на основов'язальній тамбурній машині. ґрунтовим переплетенням таких полотен є ланцюжок, який поєднується за допомогою поперечних утокових ниток [3]. Дослідження релаксаційних характеристик основов'язаного еластичного трикотажу утокового переплетення показали, що частка залишкової деформації не перевищує 0,03, при цьому значну частку (0,95–0,97) становить швидкозворотна частина повної деформація, що є свідченням гарної формостійкості даного виду трикотажу.

В Українському науково-дослідному інституті текстильно-галантереної промисловості проводяться глибокі наукові дослідження в напрямку створення конкурентоздатної продукції. В інституті розроблено еластичний трикотаж [4] на базі подвійного філейного комбінованого

переплетення, в якому еластомерна нитка прокладена у вигляді повздожнього утоку. Дослідженнями встановлено залежність деформаційних властивостей від довжини ниток в петлях [5] та видовження еластомерних ниток до зони в'язання [6]. Введення еластомерної нитки у вигляді повздожнього утоку може призвести не тільки до зростання розтяжності трикотажу в напрямку прокладання утоку, а і до зміни форми та розміру чарунки філейного трикотажу. В результаті чого сітчасте полотно набуває незвичайної здатності розширюватися при розтягненні [7]. Проведені дослідження показників розтяжності трикотажу філейно-утокового переплетення, яке утворено чергуванням рядів трико та атласу з різним розташуванням високорозтяжної повздожньої утокової нитки в структурі, показали, що варіант розташування утоку в структурі трикотажу впливає на його повну деформацію та зворотні складові частини [8]. Значення деформацій знижується при збільшенні точок контакту утокової нитки з ґрунтовими в структурі трикотажу. В той же час, залишкова частина повної деформації становить $2\pm 6\%$. В результаті досліджень встановлено, що у трикотажі філейно-утокового переплетення частка залишкової деформації не перевищує 0,05, а швидкозворотна частина більша за 0,90 [9].

Постановка завдання

Отже, введення еластомерної нитки в структуру трикотажного полотна значно змінює його фізико-механічні властивості, особливо в напрямку прокладання еластомерної нитки. В процесі використання трикотаж піддається навантаженням, які значно менші розривних. Незначні за величиною, чергуючись з розвантаження та відпочинком, вони впливають на структуру трикотажу і призводять до його деформування та послаблення, зміни розмірів та форми. Тому важливим є дослідження характеристик механічних властивостей, які отримують при дослідженнях за циклом: навантаження-розвантаження-відпочинок. Проведені раніше дослідження стосувалися виявленню впливу натягу еластомерних ниток на розтяжність трикотажу, а вплив виду та рапорту ґрунтового переплетення не досліджувався. *Метою роботи* є дослідження розтяжності основ'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення, в якому високорозтяжна утокова нитка розташована без обвивання протяжок петель трико, і встановлення їх залежності від рапорту філейного переплетення та варіанту розташування повздожнього утоку в структурі.

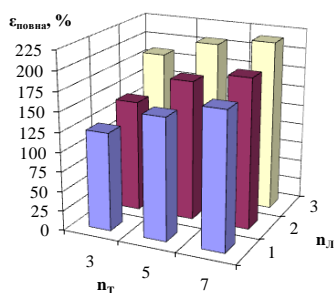
Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом є основ'язаний трикотаж утоково-філейного переплетення, в структурі якого утокова нитка розташована без обвивання протяжок петель ґрунтового філейного переплетення. В рапорті філейного переплетення чергуються ряди петель трико (3, 5 або 7) та ланцюжка (від 1 до 3). Трикотаж виготовлено на основ'язальній машині 10 класу з поліефірної нитки лінійною густиною 27,8 текс як ґрунтової та поліуретанової нитки лінійною густиною 7,8 текс з'єднаної з поліефірною ниткою лінійною густиною 16,7 текс як утокової нитки. Для дослідження впливу варіанту розташування утоку обрано чотири структури: в двох з них утокова нитка розташовується між протяжками петель трико [10], а в двох інших – розташовується за рапортом то на лицьовій, то на виворітній стороні трикотажу [11]; в двох варіантах контакт утокових ниток з нитками ґрунту відбувається в одному ряді рапорту, а в двох інших – в трьох рядах рапорту філейного переплетення.

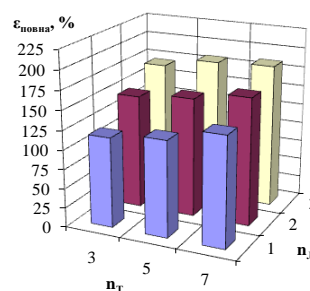
Метод дослідження – експериментальний. Дослідження одноциклових характеристик трикотажу при розтягненні проводились за стандартними методиками на релаксометрі «стіжка» після попереднього приведення зразків трикотажу в умовно-рівноважний стан.

Результати та їх обговорення

Характеристиками, які найчастіше використовуються для оцінки механічних властивостей текстильних матеріалів при одноциклових випробуваннях є повна деформація та її складові частини. Повна деформація ϵ – деформація, яку отримує зразок в кінці першої частини циклу (навантаження) і розраховується як різниця у відсотках між довжинами зразка до і після навантаження протягом визначеного часу. Діаграми, які відображають результати досліджень повної деформації трикотажу утоково-філейного переплетення наведено на рис.1 та рис.2, на підставі чого отримано рівняння регресії (табл.1), які адекватно описують залежності повної деформації від кількості рядів трико n_T та ланцюжка n_L в рапорті філейного переплетення. .

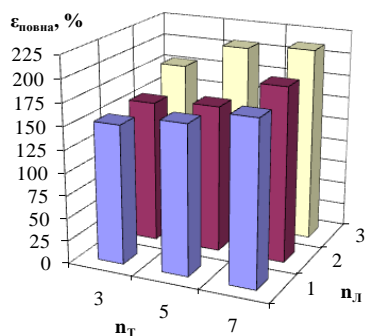


а – в одному ряді рапорту 2.2

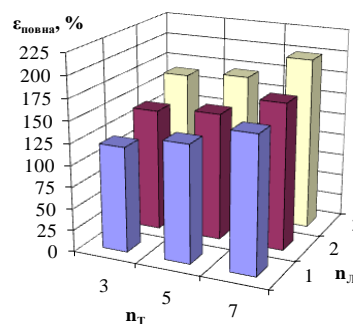


б – в трьох рядах рапорту 2.3

Рис.1. Повна деформація трикотажу утоково-філейного переплетення, в якому утокова нитка розташовується то на лицьовій то на виворотній стороні



а – в одному ряді рапорту 2.8



б – в трьох рядах рапорту 2.9

Рис.2. Повна деформація трикотажу утоково-філейного переплетення, в якому утокова нитка розташовується між протяжками петель трико

Таблиця 1. Залежність деформації трикотажу від рапорту філейного переплетення

Варіант розташування утку		Рівняння регресії	
		Повна деформація	Швидковоротна деформація
за рапортом то на лицьовій то на виворотній стороні	в одному ряді рапорту	$\epsilon_{пов} = 69,7 + 10,8n_T + 25,7n_L$	$\epsilon_{ш} = 54,4 + 11,3n_T + 24,9n_L$
	в трьох рядах рапорту	$\epsilon_{пов} = 79,2 + 4,9n_T + 25,7n_L$	$\epsilon_{ш} = 54,1 + 6,2n_T + 25,6n_L$
між протяжками петель трико різних гребінок	в одному ряді рапорту	$\epsilon_{пов} = 146,7 + 7,9n_T - 34,9n_L + 12,9n_L^2$	$\epsilon_{ш} = 124,9 + 8,2n_T - 27,5n_L + 11,1n_L^2$
	в трьох рядах	$\epsilon_{пов} = 114,2 - 10,7n_T + 19,8n_L + 1,9n_T^2$	$\epsilon_{ш} = 112,9 - 10,2n_T + 17,1n_L + 1,7n_T^2$

	рапорту		
--	---------	--	--

Аналіз результатів досліджень дозволяє зробити наступні висновки:

- на повну деформацію полотна впливає, як рапорт ґрунтового філейного переплетення, так і варіант розташування утокової нитки в структурі;
- зі збільшенням як кількості рядів трико, так і ланцюжка в рапорті філейного переплетення повна деформація зростає;
- для трикотажу, в якому утокова нитка розташується по чергово то на лицьовій, то на виворітній стороні рівняння регресії мають перший порядок; а для трикотажу, в якому утокова нитка розташується по чергово то на лицьовій стороні, то між протяжками петель трико, - другий;
- у трикотажі, в якому утокова нитка розташується в структурі лише в одному ряді рапорту (рис.1., а та 2, а), а в інших рядах знаходиться на лицьовій стороні, повна деформація на 25–30% більша ніж у трикотажі, в якому утокова нитка контактує з нитками ґрунту в 3 рядах рапорту (рис.1., б та 2, б). Це пояснюється ступенем релаксації еластомерної нитки після в'язання: чим краще релаксує утокова нитка, тим вищу повну деформацію матиме трикотаж.

Повна деформація складається з наступних частин: пружної деформації, яка зникає відразу після зняття навантажень; еластичної деформації з тривалим періодом релаксації, яка відбувається у часі при невеликих швидкостях; пластичної деформації, яка не зникає після зняття навантаження.

Так як в процесі досліджень миттєво зникаючі пружні деформації вловити дуже складно, а еластична деформація залежить від тривалості та умов релаксації [12], то при проведенні досліджень визначали зворотні деформації, до складу яких входять пружна та більша частина еластичної деформації, та залишкову деформацію, яка містить в собі пластичну деформацію та частину еластичної деформації, яка не виявилася протягом часу «відпочинок» проби.

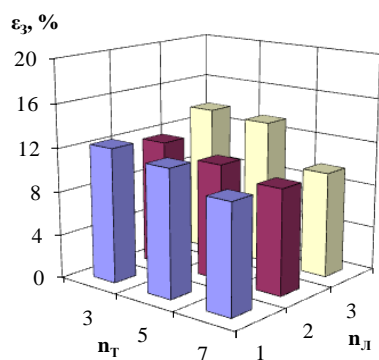
Аналіз результатів досліджень виявив подібність залежностей швидко зворотної деформації (табл.1) отриманим рівнянням регресій, які описують залежності повної деформації трикотажу від рапорту філейного переплетення та варіанту розташування утокової нитки в структурі трикотажу. Повільнозворотна ж частина повної деформації у трикотажі утоково-філейного переплетення не значна і коливається від 1,5 до 5,0 %. Різниця між показниками незначна, що можна віднести до похибки дослідження.

Аналіз результатів розрахунку залишкової частини повної деформації утоково-філейного трикотажу (рис.3 та 4) дозволяє зробити наступні висновки:

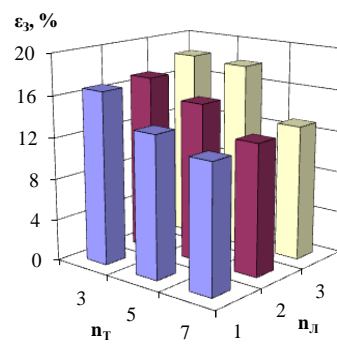
- у трикотажі, в якому утокова нитка розташується в структурі лише в одному ряді рапорту, а в інших рядах знаходиться з лицьового боку (рис.3.,а та 4., а), залишкова деформація становить 8-12% і не залежить від рапорту філейного переплетення;
- для трикотажу, в якому утокова нитка розташується по чергово то на лицьовій, то на виворітній стороні (рис.3.б) спостерігаємо зростання залишкової частини повної деформації до 12-18 %, При цьому показник збільшується зі зменшенням кількості рядів трико в рапорті філейного переплетення. Це можна пояснити тим, що в структурі трикотажу нитка по чергово виходить то на лицьову, то на виворотну сторону, що призводить до збільшення точок контакту між утоковою та ґрунтовими нитками, При розтягуванні полотна відбувається розтягування еластомерної утокової нитки,

а відповідно і її переміщення в структурі. Після зняття навантаження релаксація утокової нитки в такій структурі відбувається не повністю через виникаючі сили тертя між утоковими та ґрунтовими нитками;

– для трикотажу, в якому утокова нитка розташується по чергово то на лицьовій стороні, то між протяжками петель ґрунту (рис.4.б) спостерігаємо найнижчі показники залишкової частини повної деформації, При цьому показник збільшується зі збільшенням як кількості рядів трико, так і кількості рядів ланцюжка в рапорті філейного переплетення. Це можна пояснити тим, що в такій структурі релаксація утокової нитки відбувається найкраще.

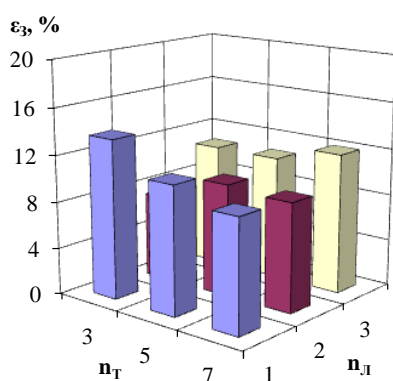


а – в одному ряді рапорту 2.2

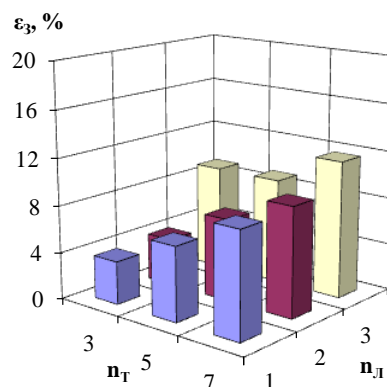


б – в трьох рядах рапорту 2.3

Рис.3. Залишкова деформація трикотажу утоково-філейного переплетення, в якому утокова нитка розташовується то на лицьовій то на виворотній стороні



а – в одному ряді рапорту 2.8



б – в трьох рядах рапорту 2.9

Рис.4. Залишкова деформація трикотажу утоково-філейного переплетення, в якому утокова нитка розташовується між протяжками петель трико

Таблиця 2. Залежність часток компонентів повної деформації трикотажу від рапорту філейного переплетення

Варіант розташування утку		Рівняння регресії	
		частки швидкозворотної деф-ції	частки залишкової деформації
за рапортом то на лицьовій то на виворотній стороні	в одному ряді рапорту	$\Delta_{ш}=0,859+0,008n_{т}+0,009n_{л}$	$\Delta_{з}=0,120-0,008n_{т}-0,008n_{л}$
	в трьох рядах рапорту	$\Delta_{ш}=0,772+0,013n_{т}+0,021n_{л}$	$\Delta_{з}=0,175-0,011n_{т}-0,010n_{л}$

між протяжками петель трико різних гребінок	в одному ряді рапорту	$\Delta_{ш}=0,879+0,005n_T+0,009n_n$	$\Delta_3=0,169-0,011n_T-0,074n_n+0,004n_Tn_n+0,011n_n^2$
	в трьох рядах рапорту	$\Delta_{ш}=1,024-0,015n_T-0,027n_n+0,004n_Tn_n$	$\Delta_3=0,007+0,011n_T-0,006n_n-0,003n_Tn_n+0,007n_n^2$

Для характеристики механічних властивостей трикотажу велике значення має співвідношення складових частин повної деформації. Чим більше частка зворотних частин в повній деформації трикотажу, тим краще він зберігає розміри та форму. Перевага залишкової частини повної деформації призводить до швидкої зміни розмірів трикотажу в процесі його експлуатації.

Проведена математична обробка експериментальних даних за планом Коно2 дозволила встановити адекватні залежності (табл.2) часток швидкозворотного та залишкового компонентів повної деформації основ'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення від кількості рядів трико та ланцюжка в рапорті ґрунтового філейного переплетення.

Проведений аналіз отриманих результатів показав:

- в усіх варіантах основ'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення найбільшу частку (>0,8) повної деформації становить швидкозворотна, що є ознакою гарної формостійкості;
- на частку швидкозворотної деформації впливає як рапорт ґрунтового переплетення, так і варіант розташування утокової нитки в структурі трикотажу;
- частка залишкової деформації основ'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення становить 0,05–0,15 і залежить також як від рапорту ґрунтового переплетення, так і варіанту розташування утокової нитки в структурі трикотажу.
- трикотаж, у якому утокова нитка розташовується в рапорті переплетення почергово то на лицьовій стороні, то на виворотній, має найвищі значення частки залишкової компоненти у повній деформації, а трикотаж, в якому утокова нитка розташовується почергово то на лицьовій стороні, то між протяжками петель ґрунту, – найнижчі.

Висновки

Проведені дослідження характеристик розтяжності основ'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення, в якому повздовжня високо розтяжна нитка не обплітає протяжки петель ґрунту, дозволяють зробити наступні висновки:

- як рапорт ґрунтового переплетення, так і варіант розташування утокової нитки впливають на показник повної деформації та її складових частин. Зі збільшенням рапорту філейного переплетення повна деформація трикотажу збільшується для всіх варіантів введення утоку.
- в усіх варіантах основ'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення найбільшу частку (>0,8) повної деформації становить швидкозворотна, що є ознакою гарної формостійкості.
- частка залишкової деформації основ'язаного трикотажу утоково-філейного переплетення становить 0,05–0,15.

Список використаної літератури

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 376 с.
2. Скляр Н.М., Омельченко В.Д. Залежність параметрів та деформаційних властивостей подвійного еластичного філейного трикотажу від довжини ниток в петлях // Вісник ХГТУ – 2005. – № 3 (23)
3. Мельник Л.М., Кизимчук О.П. Застосування еластичних трикотажних матеріалів в лікувально-профілактичних виробках // Вісник КНУТД – 2012. – № 4 – С.139–145.
4. Патент України 73621, D04B21/00. Омельченко В.Д., Скляр Н.М., Прокопова Є.А., Локтіонова О.М. Подвійний еластичний трикотаж - № 2003065689. Заявл.19.06.2003. Опубл.15.08.2005. Бюл.№8. – 2 с.
5. Скляр Н.М., Омельченко В.Д. Залежність параметрів та деформаційних властивостей подвійного еластичного філейного трикотажу від довжини ниток в петлях // Вісник ХГТУ – 2005. – № 3 (23)
6. Скляр Н.М., Омельченко В.Д. Залежність параметрів та деформаційних властивостей подвійного еластичного філейного трикотажу від видовження еластомерних ниток до зони в'язання // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2005. – № 1 (10) – С.110–112
7. International Patent (USA) WO 2009/002479 A1. IPC D04B 23/00, D04B 23/16 Auxetic fabric structure and related fabrication method / Samuel C. Ugbolue, Yong K. Kim, Steven B. Warner, Qinguo Fan, Chen-Lu Yang, Olena Kyzymchuk – International application number PCT/US2008/007806. Priority date 21.06.2007; International publication date 31.12.2008. – 27 p.
8. Кизимчук О.П., Коваленко М.О., Угболу С.Ч. Механічні властивості основ'язаного трикотажу філейно-утокового переплетення з різним розташуванням повздовжнього утку // Вісник КНУТД – 2011. – № 3 – С. 91–97
9. Olena Kyzymchuk, Samuel C. Ugbolue. The effect of positioning of inlaid yarns in fillet warp knit structures // The 46th International Federation of Knitting Technologists Congress (IFKT 2012), Book of proceedings. – Sinaia, Romania. – 2012. – P.764–769
10. Кизимчук О.П. Структура основ'язаного трикотажу з високорозтяжним повздовжнім утком // Вісник Хмельницького національного університету – 2012. – №5
11. Кизимчук О.П. Дослідження структури основ'язаного трикотажу з повздовжнім утком // Вісник КНУТД – 2012. – № 5 – С. 79–85.
12. Кобляков А.И. Структура и механические свойства трикотажа. – М.: Легкая индустрия. 1973. – 240 с.

Стаття надійшла до редакції 17.09.2012

Механические свойства основовязаного трикотажа с высокорастяжимым продольным утком

Кизимчук Е.П. Яременко М.С.
Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье представлены результаты исследования деформации основовязаного трикотажа уточно-филейного переплетения, образованного чередованием рядов трико и цепочки в раппорте и в структуре которого уточная нить размещается без обвивания протяжек петель трико. Установлены зависимости исследуемых параметров от раппорта филейного переплетения и варианта расположения уточной нити.

Ключевые слова: основовязаный трикотаж, эластомерная нить, полная деформация, быстрообратимая деформация, остаточная деформация, уточная нить, вариант расположения утка

The Investigation of mechanical properties of warp knit fabric with high elastic longwise in-laying yarn

Кызымчук О., Яременко М.

Kiev National University of Technologies and Design

The research's results of stretch characteristics of warp knitted fabric of inlay-fillet interlacing which has been made by alternation of tricot and chain courses at repeat and in which the filling yarn is positioned without wrapping of the tricot's junctures are presented in an article. Analytical dependences of stretch characteristics of the knitted fabric on the interlacing repeat and on the inlay model are fixed.

Keywords: warp knitting fabric, high elastic yarn, full stretch, elastic stretch, residual part, in-lay yarn, fillet interlacing, inlay model.